

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-111276

(P2002-111276A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002. 4. 12)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 K 9/00		H 0 5 K 9/00	M 5 E 0 4 0
H 0 1 F 1/00		H 0 1 F 1/00	C 5 E 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-303937(P2000-303937)

(22) 出願日 平成12年10月3日 (2000. 10. 3)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 遠藤 博司

愛知県海部郡弥富町大字荷之上字六十人
461-30

(72) 発明者 筒井 和久

愛知県東海市加木屋町南鹿持18

(72) 発明者 小川 道治

三重県員弁郡員弁町御園193-75

(74) 代理人 100098615

弁理士 鈴木 学

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波吸収体

(57) 【要約】

【課題】 反射減衰のピークが目的の周波数に容易且つ確実に合致し得る電磁波吸収体を提供する。

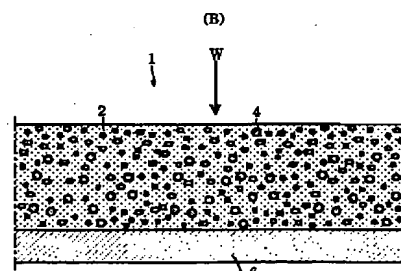
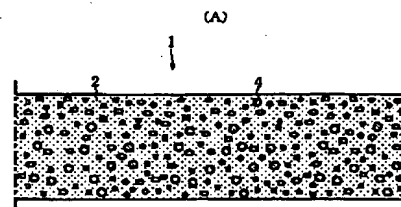
【解決手段】 絶縁性のシート2およびこのシート2に埋設された軟磁性金属粉末2を備え、上記シートが例えばエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂からなる、電磁波吸収体1。これにより、上記シート2に対して垂直に入射する電磁波Wの平面波における反射減衰のピークを例えば20GHz以上の目的とする周波数とし且つ当該周波数において目的とする減衰量を確保することが可能となる。

1: 電磁波吸収体

2: シート

4: 軟磁性金属粉末

6: アルミ箔



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性のシートおよびこのシートに埋設された軟磁性金属粉末を備え、上記シートが熱硬化性樹脂からなる、ことを特徴とする電磁波吸収体。

【請求項2】 前記熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、または尿素樹脂の何れかである、ことを特徴とする請求項1に記載の電磁波吸収体。

【請求項3】 前記絶縁性のシートに対して垂直に入射する電磁波の反射減衰のピークは20GHz以上である、ことを特徴とする請求項1または2に記載の電磁波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば1GHz以上の高周波数帯域における電磁波を吸収する電磁波吸収体に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子機器や制御機器において、外部からの電磁波を遮蔽したり、内部の電磁波の外部への漏洩を防ぐため、シート状にした電磁波吸収体が活用されている。この電磁波吸収体には、例えば塩素化ポリエチレンからなるマトリックス材料に、Fe-13wt%Crからなる軟磁性の金属粉末をほぼ均一に埋設した後、ロール圧延によって厚さ約1mmの柔軟なシート状に成形したものが挙げられる。係るシート状の電磁波吸収体の場合、そのシートの厚み精度は、基準厚さの±10%、良い場合でも±5%程度に留まる。

【0003】 ところで、電磁波吸収体は、電磁波が入射された際に、反射減衰のピーク周波数が目的とする周波数に合致するように設計される。係る反射減衰には、電磁波吸収体におけるシートの厚さが影響し、この厚さが変化すると減衰ピークの周波数も変化する。特に、高周波用の電磁波吸収体では、狙いとする減衰ピークの周波数に合わせようとしても、シートの厚さの変動により大きく影響されてしまう。このため、前記塩素化ポリエチレンを用いた従来のシート状の電磁波吸収体では、シートの厚み精度が5%ずれることにより、目的とする周波数と反射減衰のピーク周波数とがずれ易い。この結果、目的の周波数における反射減衰量が設定値よりも低下するため、電磁波吸収機能が不十分になる、という問題があった。

【0004】 また、前記塩素化ポリエチレン以外のポリアミドなどの熱可塑性樹脂からなるマトリックス材料に、軟磁性の金属粉末を埋設して射出成形したシート状の電磁波吸収体も提案されている。上記熱可塑性樹脂には、汎用されている低融点の塩化ビニル、ポリエチレン樹脂、ABS樹脂などよりも耐熱性を有する例えばポリカーボネートなどのエンジニアプラスチックが使用されている。しかしながら、係るプラスチックに軟磁性金属

粉末を埋設した後、シート状に射出成形した上記電磁波吸収体においても、前述した塩素化ポリエチレンを用いた場合と同様に成形されるシートの厚み精度にバラツキがある。このため、反射減衰のピーク周波数が目的の周波数から外れ易いため、やはり電磁波吸収機能が不十分になる、という問題があった。

【0005】

【発明が解決すべき課題】 本発明は、以上にて説明した従来の技術における問題点を解決し、反射減衰のピーク周波数が目的の周波数に容易且つ確実に合致し得る電磁波吸収体を提供する、ことを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記課題を解決するため、軟磁性金属粉末を埋設してシート状に成形されるマトリックス材料に、熱収縮率の低い熱硬化性樹脂を適用することに着想して成されたものである。即ち、本発明の電磁波吸収体は、絶縁性のシートおよびこのシートに埋設された軟磁性金属粉末を備え、上記シートが熱硬化性樹脂からなる、ことを特徴とする。これによれば、絶縁性のシートを形成し且つ軟磁性金属粉末を埋設するマトリックス材料に熱硬化性樹脂を用いることにより、シートの厚み精度を確実に高められるので、反射減衰のピークを目的の周波数に合致し易くなる。また、適用される電子機器の発熱を受けても上記シートを形成する熱硬化性樹脂が熱変形しにくいので、安定した電磁波吸収作用を発揮することもできる。従って、例えば高周波数の電磁波を容易且つ確実に安定して遮蔽することが可能となる。尚、本発明の電磁波吸収体は、対象とする電磁波の周波数を制限しないが、特に高周波数帯域において効果的に用いられる。また、本発明の電磁波吸収体に用いられる軟磁性金属粉末には、Fe-13wt%Cr、Fe-7wt%Cr-9wt%Al、Fe-1~6wt%Si、Fe-11wt%Si-5.4wt%Al、Fe-50wt%Ni、または純鉄などが含まれる。これらの金属粉末と熱硬化性樹脂との密着性および分散性を高めるため、上記金属粉末をカップリング処理しても良い。

【0007】 また、前記熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、または尿素樹脂の何れかである、電磁波吸収体も含まれる。これによれば、軟磁性金属粉末をほぼ均一に埋設するシートを、射出成形や圧縮成形により成形した際に、シートの厚さを狙いとする厚み精度にすることが確実になる。上記熱硬化性樹脂の線熱膨張率は、 $20 \sim 60 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の範囲にあり、約100℃~200℃の温度で行う射出成形、圧縮成形、またはトランスファー成形の際において、成形収縮率は0.001~0.014m/mの範囲に収まる。即ち、成形時の加熱状態のまま硬化するため、シートに成形した際の厚み精度を、基準厚さと同じかこれに近似させることができる。

【0008】更に、前記絶縁性のシートに対して垂直に入射する電磁波(平面波)の反射減衰のピークは20GHz以上である、電磁波吸収体も含まれる。これによれば、20GHz以上の準ミリ波(20~30GHz)やミリ波(30~100GHz)の高周波域における狙いとする周波数の電磁波を、確実に吸収して遮蔽することができる。従って、シート状の電磁波吸収体を電子機器や制御機器の周囲、または機器の内部に配置するだけで、高周波域の電磁波を効果的に吸収して遮蔽することが可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下において本発明の実施に好適な形態を図面と共に説明する。図1(A)は、本発明の電磁波吸収体1の断面を示し、熱硬化性樹脂からなる絶縁性のシート2と、このシート2にほぼ均一に埋設した軟磁性金属粉末4とから構成されている。軟磁性金属粉末4は、例えばFe-13wt%Crや、Fe-7wt%Cr-9wt%Alなどの磁性合金を溶解してアトマイズ法で噴霧した後、篩い分けにより平均粒径6~10μmの微細な粒径のものに限定されている。係る金属粉末4をエポキシ樹脂やフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂からなるマトリックス材料に対して、20~40vol%程度の割合で混合した後、例えばトランスファー成形機により厚さ約0.8mmのシート2に成形されたシート状の電磁波吸収体1としたものである。

【0010】上記のような電磁波吸収体1によれば、シート2の厚み精度を確実に高められるので、反射減衰のピークが例えば20GHz以上の目的とする高周波数に合致し易くなると共に、当該ピーク周波数において目的とする減衰量を確保することが可能となる。しかも、シート2には熱硬化性樹脂が用いられているため、例えば電子機器内や自動車内の発熱に対しても、熱変形し難く安定した電磁波吸収特性を長期間に涉って保つことも可能となる。従って、任意の周波数の電磁波に反射減衰のピークをセットできると共に、確実に且つ安定して電磁波を吸収して遮蔽することが可能となる。

【0011】

【実施例】ここで、本発明の具体的な実施例について比較例と共に説明する。エポキシ樹脂(熱硬化性樹脂)のマトリックスに対し、Fe-13wt%Crからなり平均粒径8μmの軟磁性金属粉末4を25vol%の割合で配合すると共に、併せて硬化剤を添加し、プラネタリーミキサーにおいて攪拌・混合した。得られた混合物をトランスファー成形機において、シリンダ温度50~90℃および金型温度180℃の条件でトランスファー成形し、基準厚さ0.8mmで100mm×100mmのシート2からなる実施例1の電磁波吸収体1を10枚製作した。実施例1の電磁波吸収体1は、76GHzがピーク周波数である。一方、塩素化ポリエチレン(熱可塑性樹脂)のマトリックスに対し、上記と同じ軟磁性金属粉末

4を同じ割合で配合し、ニーダにて攪拌・混合した。得られた混合物をカレンダーロールでシーティングしつつ巻き取り、基準厚さ:8mm、幅:230mmで長さ:5メートルのロール状のシートを10枚製作した。ロール状のシート毎における任意の位置から100mm×100mmの比較例1の電磁波吸収体を10枚切り出した。比較例1の電磁波吸収体も76GHz用である。

【0012】また、実施例1と同じ樹脂のマトリックスに対し30vol%の前記軟磁性金属粉末4を配合して混合した。得られた混合物をトランスファー成形機において、シリンダ温度30~50℃および金型温度140℃の条件でトランスファー成形し、基準厚さ0.5mmで100mm×100mmのシート2からなる実施例2の電磁波吸収体1を10枚製作した。実施例2の電磁波吸収体1は、38GHzが目的とするピーク周波数である。一方、塩素化ポリエチレンに対し軟磁性金属粉末4を比較例1と同じ割合で混合して得られた混合物から、比較例1と同じ方法で基準厚さ:0.5mmで100mm×100mmの比較例2の電磁波吸収体(38GHz用)を10枚製作した。

【0013】更に、フェノール樹脂(熱硬化性樹脂)のマトリックスに対し、実施例1と同じ軟磁性金属粉末4を同じ条件で混合して、得られた混合物をトランスファー成形機において、シリンダ温度30~50℃および金型温度140℃の条件で成形することにより、基準厚さ0.8mmで100mm×100mmのシート2からなる実施例3の電磁波吸収体1を10枚製作した。一方、ポリフェニレンサルファイド(熱可塑性樹脂)のマトリックスに対し、軟磁性金属粉末4を25vol%で配合し混合機で攪拌・混合した後、得られた混合物を押出機において混練温度250~330℃で熔融混練して、直径6mmのペレット状組成物を得た。係る組成物を射出成形機において、シリンダ温度250~330℃および金型温度150℃の条件で射出成形することにより、基準厚さ:0.8mmで且つ100mm×100mmのシートからなる比較例3の電磁波吸収体を10枚製作した。尚、実施例3および比較例3も76GHzが目的とするピーク周波数である。

【0014】加えて、不飽和ポリエステル樹脂(熱硬化性樹脂)のマトリックスに対し、実施例1と同じ軟磁性金属粉末4を同じ条件で混合して、得られた混合物をトランスファー成形機において、シリンダ温度30~50℃および金型温度140℃の条件で成形することにより、基準厚さ0.8mmで100mm×100mmのシート2からなる実施例4の電磁波吸収体1を10枚製作した。一方、ポリアミド(熱可塑性樹脂:商品名ナイロン66)のマトリックスに対し、軟磁性金属粉末4を比較例3と同様に混合して、得られた混合物を押出機において混練温度250~290℃で熔融混練して、直径6mmのペレット状組成物を得た。係る組成物を射出成形

機において、シリンダ温度270～290℃、金型温度80℃の条件で射出成形することにより、基準厚さ：0.8mmで100mm×100mmのシートからなる比較例4の電磁波吸収体を10枚製作した。尚、実施例4と比較例4も、76GHzが目的とするピーク周波数である。

【0015】次に、実施例1～4および比較例3、4の電磁波吸収体の厚さを、各例の10枚のシートについてマイクロメータで任意の9カ所の位置で測定して、10枚の平均の厚さをそれぞれ算出すると共に、各例のシート内における厚さの標準偏差を算出した。また、実施例1～4および比較例3、4毎に電磁波吸収体の10枚の

シートにおける各平均厚さから、シート間の標準偏差を算出した。また、比較例1、2の電磁波吸収体の厚さを、各例の10枚のシートについて、ゴム厚さ計(JIS:K6250法A法)により任意の9カ所の位置で測定し、10枚の平均の厚さをそれぞれ算出すると共に、各例のシート内における厚さの標準偏差を算出した。また、比較例1、2毎に電磁波吸収体の10枚のシートにおける各平均厚さから、シート間の標準偏差を算出した。これらの結果をそれぞれ表1に示す。

【0016】

【表1】

	シート材質	9点平均厚さ (mm)	標準偏差	
			(シート内)	(シート間)
実施例1	エポキシ樹脂	0.79～0.81	0.003	0.006
比較例1	塩素化ポリエチレン	0.75～0.85	0.01	0.02
実施例2	エポキシ樹脂	0.49～0.51	0.003	0.006
比較例2	塩素化ポリエチレン	0.45～0.55	0.01	0.02
実施例3	フェノール樹脂	0.78～0.82	0.005	0.008
実施例4	不飽和ポリエステル樹脂	0.77～0.81	0.004	0.008
比較例3	ポリフェニレンサルファイド	0.74～0.84	0.006	0.015
比較例4	ポリアミド(ナイロン66)	0.74～0.85	0.007	0.017

【0017】表1によれば、9点平均厚さにおいて、実施例1,3,4は基準厚さ0.8mmに対し0.77～0.82mmの範囲に入っていたのに対し、比較例1,3,4は0.74～0.85mmと大きく広がっていた。これにより、標準偏差においても、実施例1,3,4は、シート2内が0.003～0.005で且つシート2間が0.006～0.008であった。これに対し、比較例1,3,4は、シート内が0.006～0.01で且つシート間が0.015～0.02であった。この結果から、実施例1,3,4は、比較例1,3,4に比べて厚さのバラ付きが明らかに小さかったことが判明した。

【0018】また、表1に示すように、9点平均厚さにおいて、実施例2は基準厚さ0.5mmに対し0.49～0.51mmの範囲に入っていたのに対し、比較例2は、0.45～0.55mmと大きく広がっていた。この結果、標準偏差でも、実施例2は、シート2内が0.003で且つシート2間が0.006であったのに対し、比較例2は、シート内が0.01で且つシート間が0.02であった。以上の結果から、熱硬化性樹脂をシート2に用いた実施例1～4の電磁波吸収体1では、設定値と同等の厚さのシート2が得られることが裏付けられた。

【0019】次いで、実施例1と比較例1の電磁波吸収体(1)について、60～90GHzの高周波域における

電磁波の減衰特性を自由空間法により測定した。実施例1および比較例1共に、前記厚さ測定をした10枚のシート(2)から、厚さ0.8mm、最大厚さ、および最小厚さのものを各例毎に3枚ずつ抽出した。そして、図1(B)に示すように、実施例1の電磁波吸収体1におけるシート2の片方の面に厚さ50μmのアルミニウム箔6を裏打ちした状態で、シート2の中央付近を自由空間に置き、図示しないホーンアンテナから、60～90GHzの高周波数の電磁波(平面波)Wを、図1(B)のように垂直に入射した。この際、各周波数ごとにおける反射減衰量(リフレクションロス)を、図示しないネットワークアナライザによって測定した。比較例1についても、同じ方法により測定した。それらの結果を、図2(A),(B)のグラフに示した。

【0020】更に、実施例2と比較例2の電磁波吸収体(1)について、25～40GHzの高周波域における電磁波の減衰特性を自由空間法により測定した。実施例2および比較例2共に、前記厚さ測定をした10枚のシート(2)から、厚さ0.5mm、最大厚さ、および最小厚さのものを各例毎に3枚ずつ抽出した。前記図1(B)に示したと同様に、アルミニウム箔6を裏打ちした状態で、各例のシート2の中央付近を自由空間に置き、前記と同様にして25～40GHzの高周波数の電磁波(平面波)Wを垂直に入射した。そして、各周波数ごとにお

ける反射減衰量(リフレクションロス)を、各例について前記と同様に測定した。それらの結果を、図 2 (C)、(D)のグラフに示した。

【0021】図 2 (A)、(B)のグラフによれば、実施例 1 では、厚さ 0.79 mm、0.8 mm、および 8.1 mm の 3 つのシート 2 が、目標とする 76 GHz に反射減衰のピーク P が全て合致していると共に、約 21 dB の減衰量を得ていた。これに対し、比較例 1 では、基準厚さの 0.8 mm に対し最小厚さが 0.75 mm で且つ最大厚さが 0.85 mm とバラ付いたことに起因して、反射減衰のピーク P が約 74~78 GHz の範囲に拡がった。これにより、実施例 1 によれば、シート 2 の厚さを設定通りになり、反射減衰のピーク P を目標とする周波数に正確に合わせられることが判明した。尚、実施例 3、4 の電磁波吸収体 1 も、実施例 1 と同様に 76 GHz 付近に反射減衰のピーク P を集中して有し、且つ同様の減衰量を得ることも容易に理解できる。

【0022】また、図 2 (C)、(D)のグラフによれば、実施例 2 では、厚さ 0.49 mm、0.5 mm、および 5.1 mm の 3 つのシートが、目標とする 38 GHz に反射減衰のピーク P が全て合致していると共に、約 20 dB の減衰量が得られた。これに対し、比較例 2 でも、基準厚さの 0.5 mm のシートは 38 GHz に反射減衰のピーク P が合致し且つ約 20 dB の減衰量を得ていた。しかしながら、比較例 2 における最小厚さの 0.45 mm のシートでは、34~36 GHz 付近でなだらかな反射減衰のピーク P が生じ且つ減衰量も約 10 dB に留まっていた。また、比較例 2 における最大厚さの 0.55 mm のシートでは、反射減衰のピーク P が約 40 GHz 付近にずれていた。この結果、実施例 2 においても、設定通りの厚さのシート 2 になり、反射減衰のピーク P を目標とする周波数に正確に合わせられることが判明した。以上の実施例 1、2 の結果により、本発明の電磁波吸収体の優位性が確認された。

【0023】本発明は、以上に説明した実施の形態や実

施例に限定されるものではない。例えば、電磁波吸収体 1 の厚さを調製するため、同じかまたは同種の軟磁性金属粉末 4 を同じ割合で埋設したシート 2 を、任意の厚さで複数枚ずつ予め用意しておき、係るシート 2 を 2 枚またはそれ以上重ね合わせるにより、所定厚さの電磁波吸収体 1 を形成することも可能である。また、異種の軟磁性金属粉末 4 をそれぞれの磁気特性に応じた割合で埋設して、同様の電磁波吸収機能を与えた複数のシート 2 同士を重ね合わせるにより、所定厚さを有する電磁波吸収体 1 としても良い。尚、本発明の電磁波吸収体 1 は、例えば自動車に搭載されるミリ波レーダにも好適に使用される。

【0024】

【発明の効果】以上において説明した本発明の電磁波吸収体によれば、絶縁性のシートを形成し且つ軟磁性金属粉末を埋設するマトリックス材料に熱硬化性樹脂を用いることにより、シートの厚み精度を確実に高められるので、反射減衰のピークを目的の周波数に合致し易くなる。しかも、適用される電子機器の発熱を受けても上記シートを形成する熱硬化性樹脂は熱変形しにくいので、安定した電磁波吸収作用を発揮することもできる。従って、目的とする周波数の電磁波を容易且つ確実に吸収して遮蔽することが安定して行える。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(A)は本発明の電磁波吸収体を示す模式的断面図、(B)はこの電磁波吸収体に電磁波を垂直に入射して反射減衰のピークや量を測定する状態を示す模式図。

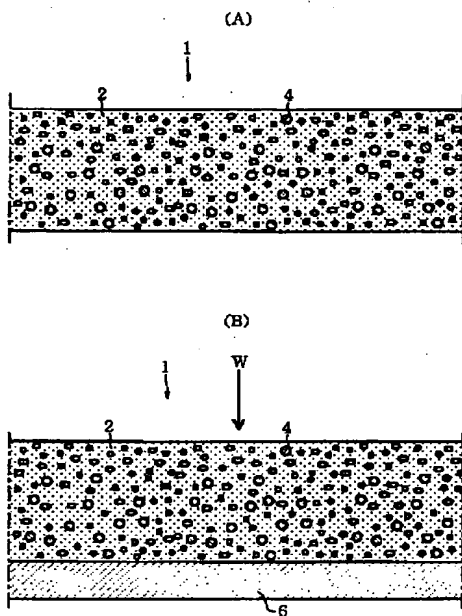
【図 2】(A)~(D)は実施例または比較例における反射減衰のピークおよび減衰量を示すグラフ。

【符号の説明】

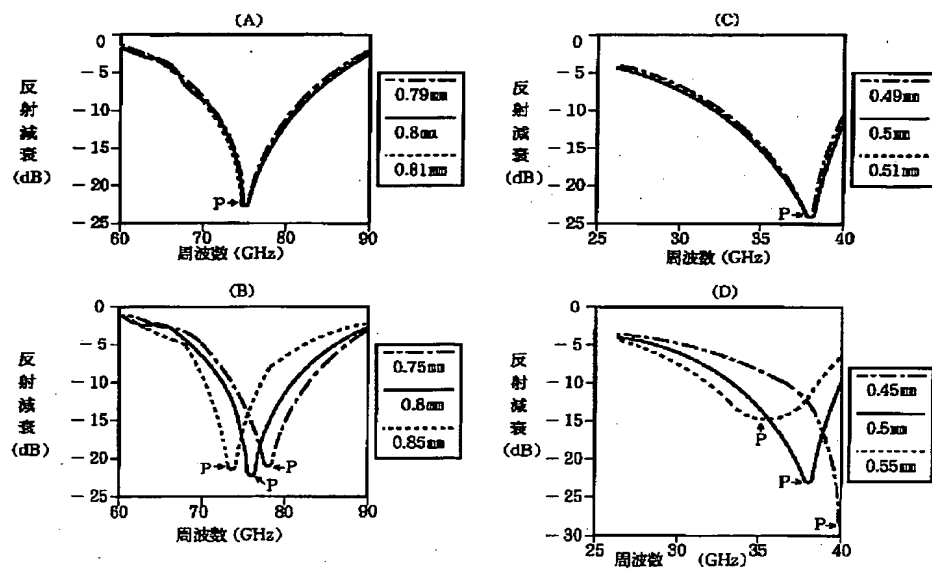
1…電磁波吸収体
2…シート
4…軟磁性金属粉末
P…反射減衰のピーク
W…電磁波

【図1】

- 1: 電磁波吸収体
 2: シート
 4: 軟磁性金属粉末
 6: アルミ箔



【図2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5E040 CA13

5E321 BB32 BB44 BB53 GG05 GG07

GG11